

Antithamnion tenuissimum (Ceramiaceae, Rhodophyta)
dans la région de Cabo Frio
(État de Rio de Janeiro, Brésil).
Première citation pour l'Atlantique Sud*

Yocie YONESHIGUE et Roberto Campos VILLAÇA

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
Rua Kioto 253, Arraial do Cabo-RJ, 28910 Brasil

RÉSUMÉ - Une Ceramiacée de petite taille et de répartition très restreinte à la mer Méditerranée et au Nord de la France a été retrouvée au Brésil dans la région de Cabo Frio (État de Rio de Janeiro) située en zone tropicale et siège d'un upwelling côtier. Les caractères morphologiques de nos spécimens nous ont permis de les rattacher à *Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner emend. Athanasiadis. Une description détaillée accompagnée par de nombreux dessins est donnée. C'est la première apparition de cette espèce dans l'Atlantique Sud.

ABSTRACT - A very uncommon small Ceramiaceae, originally described from the Mediterranean Sea, has been recorded at Cabo Frio region, State of Rio de Janeiro, situated under the tropical latitude where a coastal upwelling occurs. The morphological features of this alga recognize it as *Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner emend. Athanasiadis. A detailed description followed by several illustrations has been given in this study. This is the first occurrence of this species in the South Atlantic Ocean.

MOTS CLÉS : Rhodophyta, Ceramiaceae, *Antithamnion tenuissimum*, upwelling, Cabo Frio, Brésil.

INTRODUCTION

Le genre *Antithamnion* Naegeli a une ample répartition géographique; il est mentionné dans la plupart des mers tempérées, tropicales et subtropicales. Au Brésil seulement trois espèces d' *Antithamnion* étaient connues jusqu'à présent: *Antithamnion antillarum* Boergesen, récolté par dragages profonds au long des côtes des États de Ceará, Alagoas et Espírito Santo (Ugadim *et al.*, 1986); *A. thermanieri* (Crouan) Bornet ex Nasr, récolté en surface dans les États de São

* Travail présenté à la 3e réunion Brésilienne de Phycologie.

Paulo (Joly *et al.*, 1965, Joly, 1965) et Rio de Janeiro (Yoneshigue, 1985); *A. cristatum* (Kützing) Schiffner, très mal connu, signalé par Kützing de l'État de Pernambuco au Nord du Brésil (in Taylor, 1960).

Une étude minutieuse de relevés phytosociologiques réalisée en profondeur dans la région de Cabo Frio, vient de révéler l'existence d'une quatrième espèce d'*Antithamnion* au Brésil: *A. tenuissimum* (Hauck) Schiffner emend. Athanasiadis (combinaison confirmée par Athanasiadis (1985) à partir d'un néotype de la Mer Adriatique).

Cette découverte, qui ajoute une espèce à l'inventaire déjà riche de la flore de la région de Cabo Frio établie par Yoneshigue (1985), vient également élargir l'aire de répartition géographique de cette petite Céramiacée qui était jusqu'alors restreinte à la mer Méditerranée (Algérie: Feldmann-Mazoyer, 1941; Îles Baléares: Ribera-Siguan, 1984; France: Feldmann, 1942; Italie: Funk, 1927,

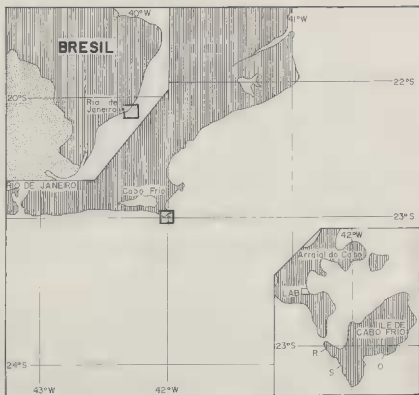


Figure 1: situation géographique des stations étudiées; R = Racha, S = Saco da Saia, O = Oratorio.

1955; Cormaci & Furnari, 1979; Grèce: Athanasiadis, 1985) et (?) à la Manche (Roscoff: L'Hardy-Halos, 1968).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les trois stations étudiées sont localisées sur le versant Sud-Ouest de l'île de Cabo Frio (Arraial do Cabo, État de Rio de Janeiro. 23° 01' S et 42° 00' W), largement ouvert aux tempêtes de Sud-Ouest, mais bien abrité des vents Nord-Est par les hautes falaises de l'île qui lui font une ombre permanente (Fig. 1). Les sites de récolte sont constitués, dans ces stations, par des rochers à pente verticale et affectés directement par le phénomène saisonnier d'upwelling côtier.

Les spécimens ont été récoltés en novembre 1985, janvier, février et avril 1986 par l'un d'entre nous (RCV), en plongée autonome entre -3 et -10 mètres de profondeur, lors de prélèvements réalisés pour une étude phytosociologique.

Le matériel récolté est trié dans l'eau de mer et fixé immédiatement dans une solution à 4% de formol tamponnée au borax. Après le tri, certains spécimens sont conservés en milieu liquide et d'autres sont montés entre lame et lamelle dans l'eau de mer formolée et glycinée; la lamelle est lutée au vernis.

Chaque spécimen est numéroté suivant son ordre d'entrée dans la collection particulière de RCV; la lettre L qui suit le numéro signifie que les échantillons sont conservés sur lame.

Matériel étudié: Station Racha (à -10 mètres, 14 janvier 1986, RCV: 142 L, 143 L, 144 L, 145 L, 146 L; à -9 mètres, 10 avril 1986, échantillons conservés en formol sans numérotation). Station Saco da Saia (à -8 mètres, 27 novembre 1985 et à -9 mètres, 17 janvier 1986, spécimens formolés sans numérotation). Station Oratório (à -10 mètres, 27 janvier 1986, RCV: 188 L, 252 L, 253 L, 254 L, 255 L, 257 L).

Échantillons de comparaison: Isotype IM 070869 de *A. cruciatum* var. *scandinavicum*, provenant de Scandinavie, et *A. tenuissimum* originaire de la Mer Adriatique, envoyés par A. Athanasiadis.

OBSERVATIONS

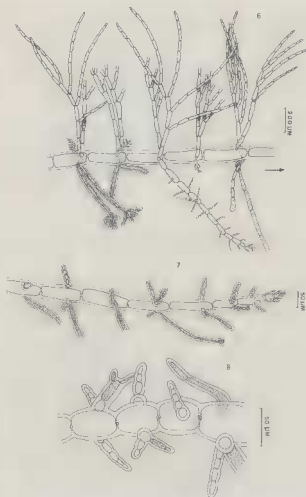
Thalle formant des touffes lâches et grêles, de couleur rose, atteignant jusqu'à 3mm de hauteur, filamenteux non cortiqué, composé de cladomes rampants bien développés et de cladomes dressés. Les uns et les autres sont constitués chacun d'un axe et de pleuridies sans cellules sécrétrices.

Cladome rampant:

Chaque cellule axiale porte une paire de pleuridies dont les cellules péricentrales donnent naissance à des rhizoïdes et des cladomes secondaires dressés, qui sont des néoformations axillaires (Fig. 2, 5 et 6). Les cellules péricentrales mesurent 33 (25-39) μ m de longueur et 27 (25-30) μ m de diamètre.



Figures 2-5 - 2: aspect général du cladome dressé. La flèche indique la direction de l'apex du cladome rampant. Échelle: 200 μm . - 3: cladome dressé avec une ramification. Échelle: 200 μm . - 4: disposition des pleuridies dans le cladome dressé. Échelle: 50 μm . - 5: organisation d'une cellule axiale d'un cladome rampant: cellules periaxiales avec le bourgeon d'un cladome secondaire. Échelle: 50 μm .



Figures 6-8 - 6: partie du cladome rampant: pleuridies rhizoïdes, bourgeons des cladomes secondaires et un cladome secondaire plus développé. Échelle: 200µm. - 7: partie apicale d'un cladome rampant. Noter les pleuridies non ramifiées. Échelle: 50µm. - Fig. 8: partie du cladome rampant avec les cellules en tonnelet. Échelle: 50µm.

Les cellules axiales du cladome rampant peuvent être de deux formes: cylindriques, 224 (145-333)µm de hauteur et 78 (54-108)µm de largeur, ou en tonnelets, 120 (101-138)µm de hauteur et 70 (60-80)µm de largeur (Figs. 2 et 8). Elles sont attachées au substrat par des rhizoïdes pluricellulaires, colorés,

terminés de façon simple ou par des expansions digitées, mesurant 140 (106-170) μm de longueur et 27 (16-37) μm de largeur (Fig. 2 et 4 à 8). La partie apicale du cladome primaire rampant peut se redresser et devenir un cladome dressé.

Les paires de pleuridies successives présentent entre elles une divergence de 90°. Ces pleuridies, ramifiées unilatéralement sur leur face adaxiale, se redressent perpendiculairement au substrat (et à l'axe rampant) tandis que les rhizoïdes sont dirigés vers celui-ci (Fig. 6). L'ensemble confère une asymétrie dorsiventrale à la plante. Cependant les pleuridies portées par les cellules en tonnelets ou situées près de l'extrémité distale du cladome ne sont pas ramifiées (Figs. 2, 5, 7 et 8). Les segments des pleuridies ramifiées sont plus hauts que larges (82 (41-161) μm de hauteur et 22 (18-23) μm de largeur) tandis que les segments des pleuridies non ramifiées sont plus ou moins isodiamétriques (36 (25-51) μm de hauteur et 27 (23-32) μm de largeur).

Cladome dressé:

Les pleuridies ont la même disposition et les mêmes dimensions que celles du cladome rampant. Leurs cellules péricentrales sont isodiamétriques, mesurant 18 (16-21) μm de diamètre.

Les cladomes dressés secondaires sont formés sans aucune séquence régulière; ils occupent la place d'une pleuridie et suppriment la formation de la pleuridie opposée. Les cellules apicales sont volumineuses, mais souvent cachées par les verticilles des pleuridies les plus jeunes (Fig. 2, 5 et 7).

Organes de reproduction:

Les tétrasporocystes et les spermatocystes sont portés par des thalles séparés.

Les tétrasporocystes sont ovoïdes, pédicellés, à division cruciée, mesurant 83 (76-87) μm de longueur et 66 (60-74) μm de largeur. Ils sont disposés sur les côtés adaxiaux des pleuridies du cladome dressé et remplacent une de ses ramifications (Fig. 9 et 11).

Les spermatangiophores sont cylindriques (Fig. 10); ils remplacent aussi les ramifications des pleuridies et se disposent un par pleuridie; ils mesurent 75(57-90) μm de longueur et 30 (25-32) μm de largeur. Ils sont constitués d'un axe pluricellulaire composé par 8-10 cellules dont chacune porte un verticille de cellules-mères de spermatocystes (Fig. 12).

Nous n'avons pas observé d'organes femelles chez nos exemplaires.

Biologie

Cette espèce a été rencontrée dans les biotopes ombragés entre -3 et -10 mètres de profondeur dans les trois stations étudiées, affectées par les eaux d'upwelling.

Station Racha: en été, la plante a été observée rarement sur *Plocamium brasiliense* (Greville) Howe et Taylor à -3 mètres et sur *Acrosorium uncinatum* (Turner) Kylin à -9 mètres. En automne, les échantillons ont été plus abondants



Figures 9-12 - 9: cladome dressé avec tétrasporocystes jeunes. Échelle: 50 μ m. - 10: fragment d'une pleuridie portant un spermatangiophore. Échelle: 50 μ m. - 11: cladome dressé avec tétrasporocystes mûr. Échelle: 50 μ m. - 12: détail d'un spermatangiophore sur une pleuridie, vu en coupe optique. Échelle: 50 μ m.

sur des thalles de *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux et de *Leptofaucha* *brasiliensis* Joly, ou encore attachés directement au substrat, mélangés aux colonies de diatomées benthiques.

Station Saco da Saia: les spécimens recueillis étaient épars. Ils ont été observés au printemps, sur les colonies d'hydrozoaires à -8 mètres et, en été, sur *Plocamium brasiliense* à -9 mètres.

Station Oratório: les spécimens récoltés étaient plus abondants. En été, ils ont été observés sur *Rhodymenia delicatula?* et *Pterosiphonia parasitica* (Hudson) Falkenberg var. *australis* Joly et Cordeiro-Marino, sur des coquilles de cirripèdes ou directement sur le substrat, mélangés aux colonies de diatomées benthiques. Les échantillons fertiles ont été observés seulement dans cette station, en été.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les échantillons récoltés à Arraial do Cabo, correspondent bien à la définition du genre *Antithamnion* (Feldmann-Mazoyer, 1941; I. Hardy-Halos, 1968; Wolfaston, 1971; Abbott, 1979; Ugadim *et al.*, 1986; Norris, 1987).

Par leurs caractères morphologiques (pleuridies disposées par paires opposées-décussées; cladome dressé porté par la cellule péricentrale d'une pleuridie; cladomes secondaires entraînant l'absence de la pleuridie du côté opposé; absence de cellules secrétrices) nos spécimens correspondent bien à la description succincte du néotype (D 260784) d'*Antithamnion tenuissimum* sélectionné par Athanasiadis (1985), à partir de plantes stériles récoltées à Sithonia (Grèce).

La plupart des auteurs qui ont décrit *A. tenuissimum* (Feldmann-Mazoyer, 1941: côte de Méditerranée Occidentale; Feldmann, 1942: côte des Albères, France; I. Hardy-Halos, 1968?: Baie de Morlaix, Manche; Athanasiadis, 1985: Grèce) ne mentionnent pas, pour cette espèce, l'existence d'un système cladomien rampant. Toutes les observations faites jusqu'ici sur *A. tenuissimum* sont limitées au système dressé, le système rampant étant jusqu'à présent inconnu chez cette espèce.

Il nous semble que les auteurs cités ci-dessus, surtout Athanasiadis (1985), n'ont pas assez insisté sur ce point. En effet, les cladomes secondaires du système rampant sont axillaires, c'est-à-dire engendrés sur des coxales pleuridiennes, tandis que dans le système dressé, la plupart de ces cladomes secondaires sont épiauxiaux, c'est-à-dire qu'ils naissent directement sur l'axe à la place d'une pleuridie (avec suppression de la pleuridie opposée). Cela paraît traduire une différence de nature des deux systèmes. Athanasiadis (1986) a cultivé *A. tenuissimum*, mais il ne décrit que la partie dressée du thalle: "Adventitious axes borne from basal cells of whorl-branches were formed at the base of the thallus".

Dans la Méditerranée, Funk (1955), Boudouresque (1967) et Furnari *et al.*, (1977) ont décrit une espèce d'*Antithamnion* proche de nos exemplaires: il s'agit de *A. heterocladum* Funk qui par les caractères morphologiques du cladome dressé (une paire de pleuridies opposées-décussées dans le segment axial, absence de cellules secrétrices) pourrait être confondue avec *A. tenuissimum*. Cependant, les pleuridies opposées d'*A. heterocladum* sont dimorphes: l'une est ramifiée unilatéralement et située du côté adaxial opposée à l'autre qui est simple, soit dans le cladome rampant, soit dans le cladome dressé (Funk, 1955, fig. 10, pl. xxi). Le cladome dressé secondaire chez cette espèce remplace l'une des

pleuridies (celle qui est plus développée) où peuvent naître comme néoformation axillaire des cellules péricentrales (Athanasiadis, 1983), ce qui la distingue aussi d' *A. tenuissimum*.

Sundene (1964) a étudié *A. tenuissimum* en culture et observé un développement important des cladomes rampants. Cependant, par une des figures du matériel vivant (figure 1, planche 1), il nous semble, comme l'a déjà remarqué Athanasiadis (1986), que les échantillons cultivés par cet auteur, pourraient appartenir à *A. heterocladium*, caractérisé par la présence des pleuridies dimorphes sur le cladome rampant.

Nos échantillons sont très proches de *A. cruciatum* var. *scandinavicum* Athanasiadis par leur aspect général: cladome rampant avec des cellules axiales portant une paire de pleuridies dont les cellules péricentrales donnent naissance à des rhizoïdes et des cladomes secondaires dressés, qui sont des néoformations axillaires (Athanasiadis, 1986, 1988). Cependant, dans la description de cette variété, Athanasiadis a observé des rameaux courts qui parfois portent des cellules sécrétrices, caractères qui sont absents sur nos échantillons. En outre, les pleuridies de *A. cruciatum* var. *scandinavicum* sont disposées soit du côté adaxial soit du côté abaxial d'une même cellule axiale, disposition qui distingue cette variété de nos exemplaires chez lesquels les pleuridies sont toujours sur le côté adaxial. En plus, quelques ramifications de deuxième ordre ont été observées sur l'échantillon type de *A. cruciatum* var. *scandinavicum* (Isotype IM 070869).

Nos échantillons sont également proches, par leur aspect général, et surtout par l'absence de cellules sécrétrices de *A. nematoeladolum* Norris, décrit par Norris (1987) de Natal (Afrique du Sud); mais cette espèce se distingue de nos exemplaires par la présence d'une paire de pleuridies simples et réduites qui a pour origine la cellule péricentrale du cladome dressé secondaire. De plus le développement d'un cladome épi-axial, n'entraîne pas la suppression de la pleuridie opposée.

A. antillanum, espèce rencontrée en profondeur dans une région voisine (côte de l'Etat de Espirito Santo, Ugadim *et al.* 1986), diffère de nos plantes surtout par la présence de cellules glandulaires et la ramification alterne des pleuridies. Ces mêmes caractères distinguent aussi *A. therminieri*, une autre espèce voisine (côte de Cabo Frio, Yoneshigue, 1985), de nos exemplaires.

Chez *A. tenuissimum*, décrit en Méditerranée, les tétrasporocystes et les spermatangiophores apparaissent fréquemment sur le même individu (Feldmann-Mazoyer, 1941; Feldmann, 1942; L'Hardy-Halos, 1968, ce dernier auteur y rajoutant le rameau carpogonial); chez nos échantillons, ils ont été observés uniquement sur des individus séparés.

L'apparition d' *Antithamnion tenuissimum* sous une latitude tropicale, au Brésil, semble élargir son aire de distribution géographique, avant restreinte à la mer Méditerranée et est certainement à mettre en relation avec les eaux froides qui affectent la région de Cabo Frio. Il semble exister effectivement un certain parallélisme entre Cabo Frio et son upwelling d'une part, et la Méditerranée d'autre part. Comme l'a montré Feldmann (1937), celle-ci est froide en hiver, presque à l'égal de l'Atlantique Nord, et tropicale en été. Il en résulte le développement d'une flore très particulière.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Edison J. de Paula (Universidade de São Paulo), Francis Magne et Françoise Ardré pour des communications de matériel ou de bibliographie, et le Dr. Jean L. Valentin pour les corrections du texte. Nous sommes aussi très reconnaissants au Dr. A. Athanasiadis pour nous avoir envoyé l'isotype IM 070869 de *A. cruciatum* var. *scandinavicum* et un exemplaire de *A. tenuissimum*, ainsi que pour ses précieuses suggestions.

Ce travail a été financé en partie par le Conseil National de Recherches du Brésil (CNPq), contrats 302326/76-0c et 142564 85-0c respectivement pour les auteurs, et par la Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ), contrat E-29/170-486/88 pour le premier auteur.

BIBLIOGRAPHIE

- ABBOTT I.A., 1979 - Some tropical species related to *Antithamnion* (Rhodophyta, Ceramiaceae). *Phycologia* 18: 213-227.
- ATHANASIADIS A., 1983 - The life history of *Antithamnion heterocladum* (Rhodophyta, Ceramiales) in culture. *Bot. Mar.* 24: 153-157.
- ATHANASIADIS A., 1985 - North Aegean Marine Algae. I. New Records and observations from the Sithonia Peninsula, Greece. *Bot. Mar.* 28: 453-468.
- ATHANASIADIS A., 1986 - A comparative study of *Antithamnion tenuissimum* and three varieties of *A. cruciatum*, including var. *scandinavicum* var. nov. (Rhodophyceae). *Nord. J. Bot.* 6: 703-709.
- ATHANASIADIS A., 1988 - The status and typification of *A. cruciatum* var. *pumilum* and its relationship to *A. cruciatum* var. *scandinavicum* (Rhodophyta). *Brit. Phycol. J.* 23: 395-398.
- BOUDOURESQUE C.F., 1967 - *Gelidium ramellosa* (Kützinger) Feldmann et Hamel, et *Antithamnion heterocladum* Funk, Rhodophycées rares et nouvelles pour la flore française. *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. Toulon, Var.* 18: 152-161.
- CORMACI M. & FURNARI G., 1979 - Flora algale marina della Sicilia orientale: Rhodophyceae, Phaeophyceae e Chlorophyceae. *Inform. Bot. Ital.* 11: 221-250.
- FELDMANN-MAZOYER G., 1941 - *Recherches sur les Ceramiacées de la Méditerranée Occidentale*. Alger, 510p.
- FELDMANN J., 1937 - *Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée: la Côte des Albères*. Rouen, 339p.
- FELDMANN J., 1942 - Les algues marine de la côte des Albères. IV. Rhodophycées. *Trav. Algol.* 1: 29-113.
- FUNK G., 1927 - Die Algenvvegetation des Golfs von Neapel nach neueren ökologischen Untersuchungen. *Publ. Staz. Zool. Napoli* 7: 1-501, 20 pl.
- FUNK G., 1955 - Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen von Neapel. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli* 25: 1-178, 30 pl.
- FURNARI G., SCAMMACA B., CORMACI M. & BATTIANO A., 1977 - Zonazione della vegetazione sommersa dell'isola Lachea (Catania). *Atti IX Congr. S.I.B.M., Ischia*: 245-258.
- JOLY A.B., 1965 - Flora Marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. *Bolm. Fac. Fil. Ciênc. Letras, Univ. São Paulo, Brazil* 294, 21 (Bot.): 1-393.

- JOLY A.B., CORDEIRO-MARINO M., YAMAGUISHI N. & UGADIM Y., 1965 - Additions to the Marine Flora of Brasil IV. *Rickia*, 2: 129-145.
- L'HARDY-HALOS M. Th., 1968 - Les Ceramiaceae (Rhodophyceae, Florideae) des côtes de Bretagne: 1. Le genre *Antithamnion* Naegeli. *Rev. Algol.* n. s. 9: 152-183.
- NORRIS R.E., 1987 - Species of *Antithamnion* (Rhodophyceae, Ceramiaceae) occurring on the Southeast African Coast (Natal). *J. Phycol.*, 23: 18-36.
- RIBERA-SIGUAN M.A., 1983 - *Estudio de la Flora Marina de las Islas Baleares*. Tese Doc. Fac. Biol. Univ. Barcelona, 636p.
- SUNDENE O., 1964 - *Antithamnion tenuissimum* (Hauck) Schiffner in culture. *Nytt. Mag. Bot.* 11: 5-10.
- TAYLOR W.R., 1960 - *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas*. Ann Arbor, The University of Michigan Press, 870p.
- UGADIM Y., GUIMARAES S.M.P.B. & KANAGAWA A.I., 1986 - Estudos em *Acrothamnion*, *Antithamnion* e *Antithamnionella* (Rhodophyta, Ceramiales) do Brasil. *Rickia* 13: 35-47.
- WOLLASTON E.M., 1971 - *Antithamnion* and related genera occurring on the Pacific coast of North America. *Stets* 4: 73-92.
- YONESHIGUE Y., 1985 - *Taxonomie et Écologie des algues marines de la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brésil)*. Thèse de Docteur d'État-Sciences. Université d'Aix-Marseille II. Faculté des Sciences de Luminy, 454p.